

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-92198

(P2003-92198A)

(43)公開日 平成15年3月28日(2003.3.28)

(51) Int.Cl.7

識別記号

FI

テ-マ-ト* (参考)

H 0 5 B 41/19

H05B 41/19

C 3K083

H O 1 J 61/54

H O 1 J 61/54

B 5 C 0 3 9

審査請求 有 請求項の数6 OL (全 21 頁)

(21)出願番号 特願2001-283465(P2001-283465)

(22)出願日 平成13年9月18日(2001.9.18)

(71)出願人 000102212

ウシオ電機株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番1号 朝
日東海ビル19階

(72)発明者 岡本 昌士

兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ
電機株式会社内

(72)発明者 高谷 泉

兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ
電機株式会社内

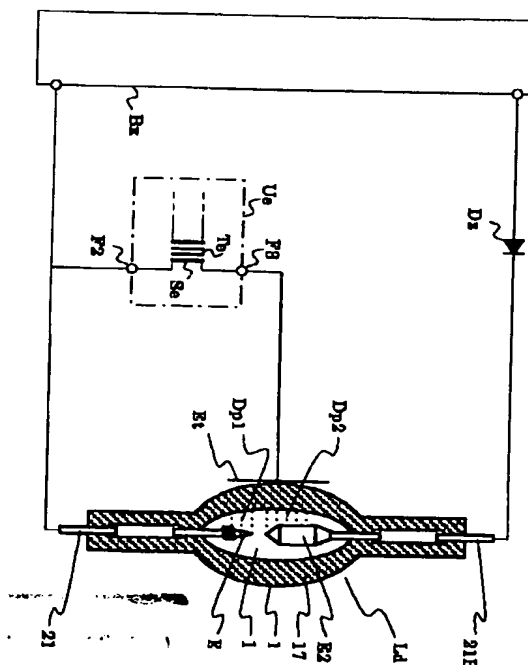
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】巻線での発熱損失を避けるためにスタータの大型化または重量化が避けられない問題、消灯後の経過時間が短く放電ランプが熱い場合に再始動が困難である問題、ノイズを輻射する問題などを解決すること。

【解決手段】放電空間 12 内に一對の主たる放電のための電極 E 1, E 2 が対向配置されと共に、前記主たる放電のための電極以外の補助電極 E t を主たる放電のための放電空間 12 に接しないように設けた放電ランプ L d と、前記主たる放電のための電極 E 1, E 2 に放電電流を供給するための給電回路 B x と、前記主たる放電のための両極の電極 E 1, E 2 の何れかと前記補助電極 E t の間に高電圧を発生するスタータ U e とを接続してなる光源装置において、前記スタータ U e が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一對の主たる放電のための電極 E 1, E 2 にも高電圧が印加されるように光源装置を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 放電空間(12)内に一對の主たる放電のための電極(E1、E2)が対向配置されると共に、前記主たる放電のための電極以外の補助電極(Et)を主たる放電のための放電空間(12)に接しないように設けた放電ランプ(Ld)と、前記主たる放電のための電極(E1、E2)に放電電流を供給するための給電回路(Bx)と、前記主たる放電のための両極の電極(E1、E2)の何れかと前記補助電極(Et)の間に高電圧を発生するスタータ(Ue)とを接続してなる光源装置において、前記スタータ(Ue)が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一對の主たる放電のための電極(E1、E2)にも高電圧が印加されることを特徴とする光源装置。

【請求項2】 前記スタータ(Ue)が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一對の主たる放電のための電極(E1、E2)にも印加される前記高電圧の電圧値を、前記放電ランプ(Ld)のグロー放電電圧の2.5倍以上とすることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

【請求項3】 前記放電ランプ(Ld)が、放電空間(12)の容積1立方ミリメートルあたり、0.15mg以上の水銀を含むものであって、前記スタータ(Ue)が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一對の主たる放電のための電極(E1、E2)にも印加される前記高電圧の電圧値を、500V以上とすることを特徴とする請求項1に記載の光源装置。

【請求項4】 前記スタータ(Ue)が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一對の主たる放電のための電極(E1、E2)にも印加される前記高電圧が、パルス状であることを特徴とする請求項1から3のいずれか一に記載の光源装置。

【請求項5】 前記スタータ(Ue)からの高電圧による前記放電空間(12)内の放電発生時に、前記一對の主たる放電のための電極(E1、E2)のうちの、前記スタータ(Ue)が接続されない側のものが帯電することにより、前記一對の主たる放電のための電極(E1、E2)に印加される前記高電圧が生成されることを特徴とする請求項1から4のいずれか一に記載の光源装置。

【請求項6】 スタータ回路の少なくとも高電圧トランス(Te)を含む高電圧発生部(Ub)を給電回路部(By)から分離することを特徴とする請求項1から5のいずれか一に記載の光源装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、プロジェクタ用の光源として使用される、高圧水銀放電ランプを用いた光源装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶プロジェクタやDLPプロジェクタ

等の光学装置のための光源装置においては、高輝度放電ランプ(HIDランプ)が使用される。しかし近年、前記光学装置を明るいものとするために、従来よりも放電ランプに封入する水銀量を多くすることが求められて来ている。この種の放電ランプにおいては、始動時にスタータを用いて高電圧を発生させ、放電空間を絶縁破壊させて放電を開始させる必要がある。

【0003】従来の放電ランプ光源装置の構成を図19に示す。光学装置用光源装置において、通常はスタータとして、両極の電極(E1、E2)の間に高電圧を印加する方式のスタータ(Ui)が用いられる。この方式の場合、スタータの高電圧トランス(Ti)の2次側巻線(Si)は放電ランプ(Li)に直列に接続されるため、放電が開始してスタータ(Ui)の機能はもう必要ないにもかかわらず、放電ランプ(Li)に供給する放電電流は、巻数の大きい高電圧トランスの2次側巻線(Si)を介して流さなければならない。このときの2次側巻線(Si)での発熱損失発生を抑えるためには、巻線の線径を太くする必要があり、スタータ(Ui)の大型化、重量化が避けられない問題があった。

【0004】この問題を解決するための方策として、フラッシュランプのトリガのために多用されている、外部トリガ方式を利用することができる。この方式は、主たる放電、すなわち始動後のアーク放電のための第1および第2の両極の電極以外に、補助電極を設け、これと前記第1または第2の電極との間に高電圧を印加して、誘電体バリア放電により放電空間にプラズマを発生させ、このプラズマを種として、第1の電極と第2の電極の間に予め印加された電圧(無負荷開放電圧)によって主たる放電を開始させるものである。

【0005】このような構造にすることにより、放電ランプの放電開始後は、スタータの高電圧トランスの1次および2次側巻線には放電ランプの放電電流は流れないため、スタータの高電圧トランスの1次および2次側巻線において発熱損失は発生せず、スタータの大型化、重量化を避けることができる。

【0006】ところが、封入水銀量の多い放電ランプにおいては、放電ランプが冷状態にある場合には、水銀が凝結しているために放電空間の圧力が低いため、比較的容易に始動することができるが、消灯後の経過時間が短く放電ランプが熱い場合は、水銀が気化しているために放電空間の圧力が高いため、再始動(ホットリスタート)が困難である問題がある。

【0007】ホットリスタートの条件における再始動が困難な問題は、プロジェクタ等の光学装置にとっては、その装置の使用者の使い勝手に影響する性能上の重要な問題である。そして、前記した近年の封入水銀量の増加に伴い、この再始動性困難の問題は、外部トリガ方式にとってますます深刻になって来ている。

【0008】一方、従来、放電ランプ(Li)と給電装

置(Ni)とは給電線(K1, K2)により接続され、放電ランプ(Li)を始動させるためのスタータ(Ui)は給電回路部の側に設置されていた。スタータ(Ui)は高電圧を発生させる必要がある。スタータ(Ui)がパルス高電圧を発生させるものである場合、給電線(K1, K2)は短時間に高電圧に充電して、強烈なノイズを輻射する問題があった。

【 0009 】また、給電線（ K 1 , K 2 ）と周囲導体との間に形成される静電容量と給電線（ K 1 , K 2 ）のインダクタンスに起因して、パルス高電圧のなまりが発生し、電極（ E 1 , E 2 ）間の電圧の高まりが減殺されるため、放電ランプの始動に必要なパルス電圧を得るために、スタータ（ U i ）から給電線（ K 1 , K 2 ）に向けて、必要以上に大きなエネルギーを放出しなければならないうえに、前記パルス高電圧のなまりによって、パルス幅が広がってしまうため、スタータの高電圧トランス（ T i ）や給電線（ K 1 , K 2 ）の絶縁被覆など、意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性が増加し、信頼性の低下を招く危険性があった。

【0010】一方、DCスタータと呼ばれる、比較的ゆっくりと電圧が上昇する高電圧を発生させるスタータである場合、電圧が高いほど、電圧印加時間が長いほど絶縁破壊現象が生じ易くなるため、意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性がさらに増加する問題があった。

【0011】外部トリガ方式を使用して高圧放電ランプを始動する従来の発明や考案として、例えば、実公昭37-8045がある。この考案においては、高圧水銀灯の放電ランプ電流で磁力を発生するコイルを設け、その磁力で補助電極に高電圧を発生させる起動回路の動作を制御する構成について述べられている。

【0012】また、特開平5-54983の発明においては、高圧水銀灯等の放電ランプに補助電極（外部電極）を数mmの間隔で近接して配置する構成について述べられている。しかし、これらの従来の発明や考案においては、前記したホットリスタートにおいても意図しない部分での絶縁破壊が発生する問題を回避して再始動できる光源装置とするための指針や条件は全く考慮されていなかった。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、従来の技術が抱える問題、すなわち、巻線での発熱損失を避けるためにスタータの大型化または重量化が避けられない問題、消灯後の経過時間が短く放電ランプが熱い場合に再始動が困難である問題、ノイズを輻射する問題や、給電線と周囲の導体間の容量性結合に起因して、スタータから給電線に向けて必要以上に大きなエネルギーを放出しなければならない問題、意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性が増加して信頼性の低下を招く問題、などを解決することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、本発明の請求項１の発明は、放電空間（１２）内に一對の主たる放電のための電極（Ｅ１、Ｅ２）が対向配置されると共に、前記主たる放電のための電極以外の補助電極（Ｅｔ）を主たる放電のための放電空間（１２）に接しないように設けた放電ランプ（Ｌｄ）と、前記主たる放電のための電極（Ｅ１、Ｅ２）に放電電流を供給するための給電回路（Ｂｘ）と、前記主たる放電のための両極の電極（Ｅ１、Ｅ２）の何れかと前記補助電極（Ｅｔ）の間に高電圧を発生するスタータ（Ｕｅ）とを接続してなる光源装置において、前記スタータ（Ｕｅ）が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一對の主たる放電のための電極（Ｅ１、Ｅ２）にも高電圧が印加されることを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】本発明の請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、前記スタータ（U e）が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一対の主たる放電のための電極（E 1、E 2）にも印加される前記高電圧の電圧値を、前記放電ランプ（L d）のグロー放電電圧の 2.5 倍以上とすることを特徴とするものである。

【００１６】本発明の請求項３の発明は、請求項１の発明において、前記放電ランプ（Ｌｄ）が、放電空間（１２）の容積１立方ミリメートルあたり０．１５ｍｇ以上の水銀を含むものであって、前記スタータ（Ｕｅ）が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一対の主たる放電のための電極（Ｅ１、Ｅ２）にも印加される前記高電圧の電圧値を、５００Ｖ以上とすることを特徴とするものである。

【００１７】本発明の請求項４の発明は、請求項１から３の発明において、前記スタータ（Ｕｅ）が高電圧を発生している期間の少なくとも一部と重複して、前記一対の主たる放電のための電極（Ｅ１、Ｅ２）にも印加される前記高電圧が、パルス状であることを特徴とするものである。

【００１８】本発明の請求項５の発明は、請求項１から４の発明において、前記スタータ（Ｕｅ）からの高電圧による前記放電空間（１２）内の放電発生時に、前記一対の主たる放電のための電極（Ｅ１、Ｅ２）のうちの、前記スタータ（Ｕｅ）が接続されない側のものが帯電することにより、前記一対の主たる放電のための電極（Ｅ１、Ｅ２）に印加される前記高電圧が生成されることを特徴とするものである。

【００１９】本発明の請求項６の発明は、請求項１から５の発明において、スタータ回路の少なくとも高電圧トランス（Ｔe）を含む高電圧発生部（Ｕb）を給電回路部（Ｂy）から分離することを特徴とするものである。

【0020】

50 【作用】外部トリガ方式の場合、前記本来の主たる放電

を開始させるためには、前記第1の電極(E1)または第2の電極(E2)と補助電極(Et)との間に印加する高電圧、または無負荷開放電圧の何れか一方のみを単に高くするだけでは、始動性を上げることはできない。すなわち、消灯後の経過時間、つまり始動しようとする時点での温度などの放電ランプの条件に応じて、適切なバランスを有する前記高電圧と無負荷開放電圧を印加する必要があり、また、適切なバランスを保っている場合でも、消灯後の経過時間によっては、印加すべき前記高電圧または無負荷開放電圧の何れかまたは両方が非常に高くなり、実現しようすると前記したような意図しない部分での絶縁破壊が発生する危険性があることがわかる。

【0021】したがって、目的とする光学装置に要求されるコンパクト性と経済性の観点より課せられる、光源装置に付与することが可能な絶縁耐力の限界の元では、再始動可能な消灯後の最短経過時間が存在することになる。

【0022】上記事項を踏まえた上で、請求項1の発明について、先ず、発明者らの行った実験に関する図1、図2に基づいて説明する。

【0023】放電空間の容積1立方ミリメートルあたり0.15mgの水銀を含み、前記主たる放電のための第1および第2の両極の電極間の距離が1.2mmである放電ランプを用いた実験結果を図1に示す。

【0024】実験は、図2に示すように、DC電源(Mx)と給電回路(Bx)、スタータ(Ue)を放電ランプ(Ld)に接続して行った。ただし、スタータの高電圧トランスの1次側巻線(Pe)と、主たる放電のための電極(E1、E2)に印加される無負荷開放電圧とに独立の電圧を与えるために、可変電圧源(Vp)および可変電圧源(Va)を接続し、無負荷開放電圧を放電ランプ(Ld)に印加した状態で、第1の電極(E1)と補助電極(Et)の間に前記スタータ(Ue)が発生する高電圧パルスを印加して行った。

【0025】無負荷開放電圧は、抵抗値の高い抵抗(Ra)を介したコンデンサ(Ca)の充電電圧として放電ランプ(Ld)に印加したが、このようにした理由は、放電ランプ(Ld)の始動時は、コンデンサ(Ca)から急速に電流が供給され、放電ランプ(Ld)の始動後は、抵抗(Ra)の抵抗値が高いことにより、可変電圧源(Va)の存在が給電回路(Bx)の動作に影響を与えないようにするためである。

【0026】なお、前記スタータ(Ue)の高電圧パルスのピーク電圧(Vtrg)は、可変電圧源(Vp)を調整して、4.4kVおよび8.3kV、12.1kV、16.1kVに設定したが、この値は、事前に前記スタータの高電圧トランスの2次側巻線(Se)と放電ランプの補助電極(Et)との接続を断った状態で、前記スタータ(Ue)の高電圧トランスの2次側巻線(S

e)の発生電圧をオシロスコープを用いて測定した。

【0027】前記スタータ(Ue)を動作させるに際しては、事前に放電ランプ(Ld)を4分間点灯し、その消灯時点を時間の基準として、適当な時間間隔をおいて動作させるようにし、放電ランプ(Ld)の始動に成功するまでの時間、すなわち再始動不能時間(Trst)を測定した(図1の縦軸)。

【0028】また、無負荷開放電圧(Vopn)は、280Vおよび350V、500V、750V、1000V、1300V、1600V、1900Vを概ねの目標として可変電圧源(Va)を調整し、実際に放電ランプ(Ld)の始動に成功したときの、主たる放電のための電極(E1、E2)に印加されている電圧をオシロスコープを用いて測定した(図1の横軸)。

【0029】図1から直ちに指摘できることは、スタータ(Ue)の高電圧パルスのピーク電圧(Vtrg)を高くするほど、また、無負荷開放電圧(Vopn)を高くするほど、再始動不能時間(Trst)は短縮されることである。

【0030】したがって、本発明の課題を解決するための手段の部分において述べたように、前記スタータ(Ue)が高電圧を発生している期間に重複させて、前記一对の主たる放電のための電極(E1、E2)に印加される無負荷開放電圧として、高電圧が印加されるようにすることにより、再始動不能時間が短縮され、ホットリスタートの条件における再始動が困難な問題が解決されることがわかる。

【0031】次に、請求項2および3の発明について説明する。無負荷開放電圧を高くするほど、再始動不能時間が短縮されることは、物理的には、前記したようにスタータ(Ue)の高電圧が補助電極(Et)に印加され、誘電体バリア放電により放電空間にプラズマが発生し、このプラズマを種として、印加された無負荷開放電圧によって、主たる放電のための電極(E1、E2)の間において、先ず最初に生ずべき放電であるグロー放電を発生させる必要があるが、これは、放電空間に存在する気体原子の密度に依存する確率的現象であって、グロー放電を発生させるためには、放電ランプの温度が高いほど、高い無負荷開放電圧を必要とする。このことにより、無負荷開放電圧の上昇とともにグロー放電発生確率が上昇し、再始動不能時間が短縮されるものと解釈できる。

【0032】さらに図1を詳しく見ると、スタータ(Ue)の高電圧パルスのピーク電圧(Vtrg)によらず、約500Vまでの領域においては、無負荷開放電圧を上げることにより、再始動不能時間が急激に低下し、また、再始動不能時間のバラツキが減少していることがわかる。しかし、無負荷開放電圧をそれ以上に上げた場合は、依然として再始動不能時間は低下するが、低下の度合いは鈍くなっている。また、約1600V以上の領

域では、無負荷開放電圧をそれ以上に上げて、再始動不能時間はあまり低下しないことがわかる。

【0033】したがって、この放電ランプを使用する場合、実際の光源装置においては、無負荷開放電圧として、少なくとも500V以上、望ましくは600V以上の電圧を印加することが適当である。また、前記した意図しない部分での絶縁破壊の危険性を助長しないためには、1600V以下に抑えることが有利である。

【0034】スタータ(Ue)の高電圧の印加によりグロー放電の発生に成功したとしても、それをアーク放電に移行させるためには、電極の熱電子放出の発生持続に至らしめるに足るエネルギーを放電プラズマに注入する必要があるため、無負荷開放電圧の上昇とともに、放電ランプの放電始動の成功率が上昇するが、このエネルギーは前記したグロー放電の場合と異なり、放電空間に存在する気体原子の密度への依存性が変わるため、放電始動の成功率の上昇傾向が前記500Vの電圧で飽和することによるものと考えられる。

【0035】つまり、図1のプロットデータ群が示す曲線は、前記したグロー放電を発生させるために、無負荷開放電圧の上昇とともに再始動不能時間が短縮される成分と、アーク放電に移行させるために、前記500Vの電圧で飽和する無負荷開放電圧の上昇とともに再始動不能時間が短縮される成分との重ね合わせにより形成されていると解釈できる。

【0036】ところで、前記したアーク放電に移行させるために無負荷開放電圧の上昇とともに再始動不能時間が短縮される成分に関しては、グロー放電の発生に成功したとして、アーク放電に移行させるために、更にどれだけの電力を注入できるかに関わってくるため、この現象は、その放電ランプのグロー放電電圧に依存する。

【0037】図1の実験に使用した放電ランプの典型的なグロー放電電圧は180~220Vであるため、これを近似的に200Vと見なせば、前記した再始動不能時間の急激な低下傾向が鈍化する電圧500Vとの関連で言えば、無負荷開放電圧として、放電ランプの典型的なグロー放電電圧の少なくとも2.5倍以上、望ましくは3倍以上の電圧を印加することが適している。

【0038】また、前記した再始動不能時間がほとんど低下しなくなる電圧1600Vとの関連で言えば、意図しない部分での絶縁破壊の危険性を助長しないためには、放電ランプの典型的なグロー放電電圧の8倍以下に抑えることが有利であると言い換えることができる。

【0039】このような指針に基づいて、ある供試放電ランプのための、本発明の光源装置の給電装置を設計するに際しては、供試放電ランプの前記した典型的なグロー放電電圧(Vg)を実験的に見出す必要があるが、この場合は、その供試放電ランプの定常点灯時のアーク放電電圧、すなわち定格電圧に対して、その5倍程度の電圧(Vs)を有する試験用DC電圧源と、さらに、そ

の供試放電ランプの定常点灯時の定格電力を前記定格電圧で除して定格電流を計算し、前記試験用DC電圧源の電圧(Vs)を前記定格電流で除した値に概ね等しい電流制限抵抗とを用意し、前記供試放電ランプと前記電流制限抵抗とを直列に接続したものに対して前記試験用DC電圧源を接続し、スタータ(Ue)を動作させて始動させたときの、前記供試放電ランプの主たる放電のための電極間の電圧、すなわちランプ電圧(VL)をオシロスコープで観測することにより求めることができる。

【0040】図18に、始動時のランプ電圧(VL)波形の模式図を示す。この図においては、時刻tiでスタータを動作させたとしており、ランプ電圧(VL)は、スタータの動作前は、試験用DC電圧源の電圧(Vs)を示していたものが、スタータの動作後は急激に低下し、短い時間領域(Ag)だけ平坦な電圧を示した後、さらに急激に低下してアーク放電領域(Aa)に移行する様子を描いてある。

【0041】前記時間領域(Ag)においてグロー放電が発生しており、このときの電圧を測定することにより、供試放電ランプの前記した典型的なグロー放電電圧(Vg)を求めることができる。グロー放電の時間領域(Ag)の長さは、ランプの構造や電極材料、封入物の組成などにより異なり、通常は数マイクロ秒から数十ミリ秒の範囲にある。

【0042】ただし、放電ランプの状態、例えば、直前の点灯時間とその消灯からの経過時間、水銀の電極への付着状態などにより、実際の始動時のランプ電圧(VL)の観測波形は変化するし、特に陰極に水銀が付着していた場合は、水銀の存在によるアーク放電が先に発生して、グロー放電が明瞭に観察されない場合もある。

【0043】そのため、一旦供試放電ランプを5分間程度点灯して水銀を完全に蒸発させてその後消灯し、陰極が上側になるように保持するなどして、陰極に水銀が全く付着しないような状態で、例えば20分間程度自然空冷した後、前記した観測を行うようにするとよい。

【0044】なお、供試放電ランプが交流点灯用のランプである場合でも、高々始動からアーク放電への移行直後までの短時間の観測を行うだけであるから、ここで述べたグロー放電電圧の測定方法を用いることができる。

【0045】以上述べたように、光源装置を本発明の請求項1または2、3の発明のように構成することにより、前記ホットリスタートの条件においても再始動性が改善されたうえに、外部トリガ方式であることにより、放電ランプ(Ld)の放電開始後は、スタータ(Ue)の高電圧トランス(Te)の1次側巻線(Pe)および2次側巻線(Se)には放電ランプ(Ld)の放電電流は流れないため、スタータ(Ue)の高電圧トランス(Te)の1次側巻線(Pe)および2次側巻線(Se)において発熱損失は発生せず、スタータ(Ue)の大型化、重量化を避けた光源装置を実現することができ

る。

【0046】次に、請求項4の発明について説明する。前記したように、再始動不能時間の短縮のためには、前記スタータ（Ue）の高電圧を補助電極（Et）に印加すると同時に、前記一対の主たる放電のための電極（E1, E2）にも高電圧の無負荷開放電圧を印加することが有効であるが、この高電圧の無負荷開放電圧は、必ずしもDC的な電圧や、交流点灯の給電装置においては、長期間の高電圧の交流電圧は必要ではない。

【0047】主たる放電のための電極（E1, E2）に印加される高電圧の無負荷開放電圧のうち、前記スタータ（Ue）の高電圧発生以前の時間領域における部分は、再始動不能時間の短縮のためには意味が無く、かえって、無負荷開放電圧が高電圧であることにより、意図しない部分での絶縁破壊の危険性を助長する可能性がある。そのために、前記スタータ（Ue）から補助電極（Et）に至る高電圧の電気経路のみならず、給電装置から主たる放電のための電極（E1, E2）に至る電気経路に対しても、安全のために必要とされる絶縁耐力の水準を高くしなければならない。

【0048】このとき、請求項4の発明に従って、主たる放電のための電極（E1, E2）に印加される無負荷開放電圧を、パルスのように高めるものとするにより、給電装置から主たる放電のための電極（E1, E2）に至る電気経路においては、高い電圧が印加されている時間が短くなるため、意図しない部分での絶縁破壊の危険性を低減することができる。

【0049】なおこのとき、前記スタータ（Ue）の高電圧がDC的な電圧である場合は、スタータ（Ue）の動作開始後に無負荷開放電圧をパルスのように高めればよい。また、前記スタータ（Ue）の高電圧がパルスである場合は、スタータの動作と無負荷開放電圧をパルスのように高める動作とを同期させて、前記スタータ（Ue）の高電圧期間と無負荷開放電圧のパルスの高まりが生じている期間が確実に重複するようにする必要がある。

【0050】このように、光源装置を本発明の請求項4の発明のように構成することにより、前記ホットリスタートの条件においても再始動性が改善されたとともに、スタータ（Ue）の大型化、重量化を避け、意図しない部分での絶縁破壊の危険性を低減した光源装置を実現することができる。

【0051】次に、請求項5の発明について説明する。図3に示すように、スタータ（Ue）の高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の一端から放電ランプ（Ld）の補助電極（Et）に高電圧が印加されたとき、当然ながら放電容器（11）の内面と、前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の他端が接続された側の主たる放電のための電極（E1）との間で、放電回路（Dp1）が形成されて誘電体バリア放電が発生する。

【0052】しかし、前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の他端が接続されない側の主たる放電のための電極（E2）との間でも、放電回路（Dp2）が形成されて誘電体バリア放電が発生する。何となれば、前記主たる放電のための両極の電極（E1, E2）には、給電回路（Bx）などによって、高々数百Vから2kV程度の電位差が与えられているに過ぎないが、補助電極（Et）には、例えば数kVから数十kV程度の電圧が印加されるため、前記主たる放電のための両極の電極（E1, E2）と放電容器（11）の内面との電位差は十分大きいからである。

【0053】したがって、前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の他端が接続されない側の主たる放電のための電極（E2）には、誘電体バリア放電によって電荷が与えられるため、この電荷を逃がさないようにすることにより、これを高電圧に帯電させることができ、この高電圧の帯電によって、前記した主たる放電のための両極の電極（E1, E2）に高電圧の無負荷開放電圧を与えることができる。

【0054】誘電体バリア放電によって与えられる電荷を逃がさないようにするには、最も簡単には、図3に記載のように、給電回路（Bx）と、前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の他端が接続されない側の主たる放電のための電極（E2）との間に、ダイオード（Dz）が挿入されるように、給電装置を構成することにより達成できる。

【0055】前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）からは、高電圧パルスが発生するが、基本的にトランスの2次側巻線には交流しか発生し得ず、また、2次側巻線（Se）のインダクタンスと、これに接続された前記補助電極（Et）の静電容量や浮遊静電容量とによって形成されるLC共振回路により、前記補助電極（Et）には、減衰振動的な交流の高電圧が発生する。

【0056】前記減衰振動的な交流の高電圧波における、正および負の、電圧の絶対値が高い位相において、半周期毎に前記誘電体バリア放電が発生する。前記補助電極（Et）が負の位相で放電した場合は、前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の他端が接続されない側の主たる放電のための電極（E2）は、負に帯電しようとするが、この場合は、前記ダイオード（Dz）に順方向の電流が流れるため、帯電電荷は中和されてしまう。

【0057】しかし、前記補助電極（Et）が正の位相で放電した場合は、前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の他端が接続されない側の主たる放電のための電極（E2）は、正に帯電しようとするが、この場合は、前記ダイオード（Dz）は逆接続となって電流が流れないため、実際に正に帯電し、このときに発生する高電圧が、前記した主たる放電のための両極の電極（E1, E2）に与える無負荷開放電圧となり、帯電後

も継続する、前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の他端が接続された側の主たる放電のための電極（E1）と放電容器（11）の内面との間の誘電体バリア放電を種として、前記両極の電極（E1、E2）の間の主たる放電を誘起することができる。

【0058】このように請求項5の発明によると、前記した主たる放電のための両極の電極（E1、E2）に高電圧の無負荷開放電圧を与えるための構成として、非常に簡単なものでありながら、前記ホットリスタートの条件においても再始動性が改善されたうえに、スタータの大型化、重量化を避けた光源装置を実現することができる。

【0059】なお、図3には、最も簡単な場合を示したが、実際の応用に際しては、前記高電圧トランス（Te）の2次側巻線（Se）の他端が接続されない側の主たる放電のための電極（E2）の帯電電圧が高くなり過ぎた場合に、前記ダイオード（Dz）が破壊されることを防止するために、例えば、所定電圧を超えた電圧が印加された場合に抵抗値が低下するバリスタなどの保護素子を、前記した主たる放電のための両極の電極（E1、E2）に並列に、あるいは前記ダイオード（Dz）に並列に挿入するなどが望ましい。

【0060】次に、請求項6の発明について説明する。スタータ回路の少なくとも高電圧トランス（Te）を含む高電圧発生部（Ub）を給電回路部（By）から分離することにより、高電圧トランス（Te）の2次側回路部と前記補助電極（Et）との接続のための電流経路の長さを短くすることができる。このことにより、高電圧トランス（Te）の2次側回路部と前記補助電極（Et）との接続のための電流経路部分と周囲導体との間に形成される静電容量を小さく、また、前記電流経路のインダクタンスを小さくすることができる。そのため、スタータがパルス高電圧を発生させるものである場合、前記電流経路の静電容量やインダクタンスの存在に起因する、パルス高電圧のなまりによって、電極間の電圧の高まりが減殺される悪影響が抑えられ、必要以上に大きなエネルギーを放出しなければならない問題が解決され、また、前記パルス高電圧のなまりによって、パルス幅が広がって、意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性を抑えることができる。高電圧トランス（Te）の2次側回路部と前記補助電極（Et）との接続のための電流経路の長さを短く、ループ面積を小さくすることができるため、ノイズを放射する問題を抑えることができる。さらに、前記スタータと前記補助電極（Et）との接続線の長さが短いと、前記スタータが比較的ゆっくりと電圧が上昇する高電圧を発生させるものである場合においても、意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性を抑えることができる。

【0061】ところで、高電圧を発生させる前記スタータの高電圧トランス（Te）は、絶縁性能が、その使用

回数に累積に伴い不可避免的に劣化する。一方、放電ランプ（Ld）には寿命があり、これについては、有限使用時間内での交換が必須である。前記放電ランプ（Ld）と、少なくとも前記スタータの高電圧トランス（Te）とを一体に構成することにより、放電ランプ寿命に起因して放電ランプを交換する際、前記スタータの高電圧トランス（Te）も交換されることになり、前記スタータの高電圧トランス（Te）の絶縁性能の劣化に起因する絶縁破壊の危険性を未然に防止することができる。

【0062】さらに、前記スタータと前記補助電極（Et）との接続線の長さを、より短くすることに対して有利となり、前記した意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性を抑え、前記スタータがパルス高電圧を発生させるものである場合にも、前記したノイズ放射の問題を抑える上で有利となる。この場合、凹面鏡など、放電ランプ（Ld）からの発光を特定の方向に向けるための光学手段とを含めて一体化することにより、放電ランプ交換作業の簡略化が図れる。

【0063】このように、光源装置を本発明の請求項6の発明のように構成することにより、前記ホットリスタートの条件においても再始動性が改善されたうえに、スタータ（Ue）の大型化、重量化を避け、意図しない部分での絶縁破壊の危険性を極めて低くし、またノイズ放射の問題を低減した光源装置を実現することができる。

【0064】

【実施例】図4は、請求項1または2、3の発明の簡略化された実施例である。反転チョッパ型の給電回路（Br）には、PFCなどのDC電源（Mx）が接続される。給電回路（Br）においては、FET等のスイッチ素子（Qr）をオンにすることによってDC電源（Mx）よりの電流をチョークコイル（Lr）に流し、スイッチ素子（Qr）をオフにするときの、チョークコイル（Lr）の誘導作用により、ダイオード（Dr）を介して、平滑コンデンサ（Cr）に充電が行われる。

【0065】ただし、給電回路（Br）の出力は、出力端（T1'）を基準にすると、出力端（T2'）は負の電圧になるが、スイッチ素子（Qr）のデューティサイクル比を適宜調整することにより、この電圧の絶対値を、給電回路（Br）の入力である、DC電源（Mx）の電圧よりも低くすることも、高くすることもできる特徴がある。

【0066】すなわち、放電ランプ（Ld）の主たる放電のための電極（E1、E2）間を流れる放電電流、または主たる放電のための電極（E1、E2）間の電圧、あるいはこれら電流と電圧の積であるランプ電力が、その時点における放電ランプ（Ld）の状態に応じた適切な値になるように、ゲート駆動回路（Gr）から適当なデューティサイクル比を有するゲート信号が、スイッチ素子（Qr）に加えられ、その際、降圧チョッパの場合のように、出力電圧が、入力DC電源の電圧以下に制限

されることはない。

【0067】通常は、上記ランプ電流または電圧、電力を適切に制御するために、平滑コンデンサ(Cr)の電圧、平滑コンデンサ(Cr)から放電ランプ(Ld)に供給される電流を検出するための分圧抵抗やシャント抵抗が設けられ、ゲート駆動回路(Gr)が適切なゲート信号を発生できるようにするための制御回路が設けられるが、これらは同図においては省略されている。

【0068】放電ランプ(Ld)を点灯させる場合は、始動に先立ち、給電回路(Br)により発生させた前記無負荷開放電圧を放電ランプ(Ld)の主たる放電のための電極(E1、E2)間に印加する。前記無負荷開放電圧に関しては、前記したように、グロー放電電圧の少なくとも2.5倍以上、望ましくは3倍以上、または前記放電ランプ(Ld)が、放電空間(12)の容積1立方ミリメートルあたり0.15mg以上の水銀を含むもの場合は、少なくとも500V以上、望ましくは600V以上に設定することが、ホットリスタートの条件における再始動不能時間を短くすることができる点で有利である。

【0069】スタータ(Ue)の高圧側の入力端(F1)および低圧側の入力端(F2)は、放電ランプ(Ld)に並列に接続されているから、放電ランプ(Ld)に印加される電圧と同じ電圧が、スタータ(Ue)にも供給される。この電圧を受けて、スタータ(Ue)では、抵抗(Re)を介してコンデンサ(Ce)が充電される。

【0070】適当なタイミングでゲート駆動回路(Ge)によって、SCRサイリスタ等のスイッチ素子(Qe)を導通させることにより、高電圧トランス(Te)の1次側巻線(Pe)にはコンデンサ(Ce)の充電電圧が印加されるから、高電圧トランス(Te)の2次側巻線(Se)には、高電圧トランス(Te)の構造に応じた、昇圧された電圧が発生する。この場合、1次側巻線(Pe)に印加される電圧は、コンデンサ(Ce)の放電に伴って急速に低下するから、2次側巻線(Se)に発生する電圧も同様に急速に低下するため、2次側巻線(Se)に発生する電圧はパルスとなる。

【0071】高電圧トランス(Te)の2次側巻線(Se)の一端は放電ランプ(Ld)一方の電極(E1)(いまの場合は陰極)に接続され、高電圧トランス(Te)の2次側巻線(Se)の他端は放電ランプ(Ld)の放電容器(11)の外部に設けた補助電極(Et)に接続されており、高電圧トランス(Te)の2次側巻線(Se)に発生した高電圧により、放電ランプ(Ld)の放電容器(11)の内面と、放電ランプ(Ld)一方の電極(E1)との間、および放電ランプ(Ld)の放電容器(11)の内面と、放電ランプ(Ld)他方の電極(E2)(いまの場合は陽極)との間で誘電体バリア放電により放電が発生する。

【0072】スタータ(Ue)の設計に際しては、前記図1より明らかなように、ホットリスタートの条件における再始動不能時間が短くするためには、スタータ(Ue)の2次側巻線(Se)に発生する高電圧のピーク値を高くするほど有利であるが、意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性も増加するため、スタータ(Ue)の高電圧トランス(Te)に持たせることのできる絶縁耐力や2次側巻線(Se)の一端から放電ランプ(Ld)の補助電極(Et)に至る電機経路に持たせることのできる絶縁耐力、あるいは、放電ランプ(Ld)の補助電極(Et)と、主たる放電のための電極(E1、E2)への電気接続のための外部リード棒(21A、21B)との沿面距離などに応じて、その耐電圧上限に収まる範囲内で、できる限り高くなるようにすればよい。

【0073】一般に、トランスの2次側電圧は、近似的に1次側電圧に1次と2次の巻数比を乗じて見積ることができるが、いまの場合は、前記したようにパルスであるため、2次側巻線(Se)に発生する電圧波形は、高電圧トランス(Te)の漏洩インダクタンスや寄生静電容量の影響を受ける。そのため、高電圧トランス(Te)の2次側巻線(Se)巻数については、種々の巻数のものを試作して決定するとよい。

【0074】前記図4においては、反転チョッパによる給電回路(Bx)を用いる場合を示したが、放電ランプ(Ld)に印加する無負荷開放電圧がDC電源(Mx)の電圧以下である場合は、さらなる実施例である、図5に示すところの降圧チョッパによる給電回路(Bx)を用いたものとして行うことができる。

【0075】給電回路(Bx)においては、FET等のスイッチ素子(Qx)によってDC電源(Mx)よりの電流をオン・オフし、チョークコイル(Lx)を介して平滑コンデンサ(Cx)に充電が行われる。放電ランプ(Ld)の主たる放電のための電極(E1、E2)間を流れる放電電流、または主たる放電のための電極(E1、E2)間の電圧、あるいはこれら電流と電圧の積であるランプ電力が、その時点における放電ランプ(Ld)の状態に応じた適切な値になるように、ゲート駆動回路(Gx)から適当なデューティサイクル比を有するゲート信号が、スイッチ素子(Qx)に加えられる。

【0076】通常は、上記ランプ電流または電圧、電力を適切に制御するために、平滑コンデンサ(Cx)の電圧、平滑コンデンサ(Cx)から放電ランプ(Ld)に供給される電流を検出するための分圧抵抗やシャント抵抗が設けられ、ゲート駆動回路(Gx)が適切なゲート信号を発生できるようにするための制御回路が設けられるが、これらは同図においては省略されている。

【0077】なお、この図においては、スタータ(Ue)の構造が、前記図4におけるスタータ(Ue)に対して上下が反転して描かれているが、これは、前記図4

における給電回路(Br)が反転チョッパであるために、出力端(T1')を基準にすると、出力端(T2')は負の電圧になるが、図5における給電回路(Bx)が降圧チョッパであるために、出力端(T2)を基準にすると、出力端(T1)正の電圧になることによる。

【0078】図4、図5においては、スタータの高電圧を、放電ランプの陰極側と補助電極との間に印加するものを示したが、これを放電ランプの陽極側と補助電極との間に印加するものとしてもよい。

【0079】図6は、請求項1または2、3の発明の簡略化された、さらなる実施例である。この図の給電装置は、前記図5のものに対し、チョークコイル(Lu)、FET等のスイッチ素子(Qu)、スイッチ素子(Qu)の制御のためのゲート駆動回路(Gu)ダイオード(Du)、平滑コンデンサ(Cu)からなる昇圧チョッパ回路が付加されている。

【0080】ゲート駆動回路(Gu)は、適当な時間幅と周期をもってスイッチ素子(Qu)をオン状態にすることにより、チョークコイル(Lu)に電流を流して、チョークコイル(Lu)に磁気エネルギーを蓄積する。次に、スイッチ素子(Qu)がオフ状態になると、チョークコイル(Lu)の誘導作用により、蓄積された磁気エネルギーを開放し、ダイオード(Du)を介して平滑コンデンサ(Cu)に電荷を充電することにより、給電回路(Bx)の出力電圧よりも高い電圧を、無負荷開放電圧として、放電ランプ(Ld)の主たる放電のための電極(E1、E2)に印加することができる。

【0081】一般的な昇圧チョッパ電源回路においては、その出力電圧、この図の場合は平滑コンデンサ(Cu)の電圧を、分圧抵抗等を用いて検出し、検出電圧が、目標値との誤差が小さくなるように、フィードバック回路により、ゲート駆動回路(Gu)のデューティサイクル比を調整する。

【0082】もちろん、本発明の場合も同様に構成してもよいが、この図の昇圧チョッパ回路には、始動前の放電ランプ(Ld)が接続されるのみで、昇圧チョッパ回路の動作直後にスタータ(Ue)を動作させ、放電ランプ(Ld)の放電が開始後は、無負荷開放電圧を発生する必要がないため、昇圧チョッパ回路は完全に停止してよい。

【0083】したがって、一般的な昇圧チョッパ電源回路の場合のような、出力電圧のフィードバック制御よりも簡略化して、例えば、ゲート駆動回路(Gu)からは、所定の時間幅を有するパルスを、所定の周期で所定回数発生させて停止し、その後にスタータ(Ue)を動作させるようにしてもよい。

【0084】この場合、始動に失敗して、平滑コンデンサ(Cu)が放電されない状態で次の始動試行のために

昇圧チョッパ回路を動作させることにより、平滑コンデンサ(Cu)の充電電圧が過大になって、意図しない部分における絶縁破壊や、平滑コンデンサ(Cu)やダイオード(Du)の破損が発生することを防止するために、例えば、昇圧チョッパ回路の出力、この図の場合は平滑コンデンサ(Cu)の両端にバリスタなどの過電圧保護素子を追加するなどの保護措置を施すことが望ましい。

【0085】図7は、請求項4の発明の簡略化された実施例である。この光源装置は、前記図6のものに似るが、主としてダイオード(Du)が省略されている点が異なる。このため、放電ランプ(Ld)には、昇圧チョッパ回路の場合のようにDC的な高い無負荷開放電圧を印加するのではなく、スイッチ素子(Qu)がオフ状態になった直後に、チョークコイル(Lu)の誘導作用によって発生する、パルスの高い無負荷開放電圧が印加される。

【0086】ただし、スタータ(Ue)がパルスの高い高電圧を発生するものの場合、この高電圧と、チョークコイル(Lu)が発生する高電圧の発生タイミングを同期させるなどして、前記スタータ(Ue)が高電圧を発生する期間とチョークコイル(Lu)が高電圧を発生する期間とについては、少なくとも一部が重複している必要がある。

【0087】このように、スタータ(Ue)とチョークコイル(Lu)の高電圧を同期して発生させるための、スタータ(Ue)のためのゲート駆動回路(Ge)、およびゲート駆動回路(Gu)への信号(Sg1、Sg2)を発生するための回路の一例を図8に示す。また、この回路の動作の説明図を図9に示す時刻t0において、第1のモノステーブルマルチバイブレータ(Fm1)に、開始信号(Sm0)を入力すると、その立下りエッジを検出して、抵抗(Rm1)とコンデンサ(Cm1)により決まる時定数に従って、所定の時間幅(τ_1)を有する、ハイレベルのパルス信号(Sm1)が生成される。この様子を図9のaおよびbに示す。生成されたパルス信号(Sm1)は、第2のモノステーブルマルチバイブレータ(Fm2)に入力されるとともに、抵抗(Rm3)を介してトランジスタ(Qm1)をオン状態にして、ゲート駆動回路(Gu)を活性化し、スイッチ素子(Qu)をオン状態にする。

【0088】また、時刻t1において、パルス信号(Sm1)がローレベルに戻ると、第2のモノステーブルマルチバイブレータ(Fm2)は、パルス信号(Sm1)の立下りエッジを検出して、抵抗(Rm2)とコンデンサ(Cm2)により決まる時定数に従って、所定の時間幅を有する、ハイレベルのパルス信号(Sm2)を生成する。この様子を図9のcに示す。生成されたパルス信号(Sm2)は、抵抗(Rm4)を介してトランジスタ(Qm2)をオン状態にして、ゲート駆動回路(Ge)

を活性化し、スイッチ素子(Qe)をオン状態にする。

【0089】パルス信号(Sm1)がハイレベルである期間において、スイッチ阻止(Qu)がオン状態になって、チョークコイル(Lu)に磁気エネルギーが蓄積され、パルス信号(Sm1)がローレベルに戻ると、チョークコイル(Lu)は蓄積した磁気エネルギーを開放し、放電ランプ(Ld)の主たる放電のための電極(E1, E2)に印加するための、パルスの高い無負荷開放電圧を発生する。この様子を図9のdに示す。

【0090】パルス信号(Sm1)がローレベルに戻るのとほぼ同時に、スイッチ素子(Qe)がオン状態になるため、前記したように高電圧トランス(Te)の1次側巻線(Pe)にはコンデンサ(Ce)の充電電圧が印加され、高電圧トランス(Te)の2次側巻線(Se)に、放電ランプ(Ld)の補助電極(Et)に印加するための高電圧が発生する。この様子を図9のeに示す。

【0091】なお、トランジスタ(Qm1, Qm2)には遅延が存在するが、ここでの定性的な考察においては、遅延の影響は無視して説明した。また、図9のdとeに描いた波形は、説明の都合上、放電ランプを接続せず、したがって放電現象が発生しないとした場合のものを示した。因みに、前記第1および第2のモノステーブルマルチバイブレータ(Fm1, Fm2)として、例えばテキサスインスツルメンツ社製のSN74HC123などのICを使う事ができる。

【0092】図7の光源装置は、図6のものからダイオード(Du)が除かれているため、始動後の通常点灯時における、ダイオード(Du)の順方向電圧に起因する損失の発生が無く、図6のものに比して高効率化が達成される利点がある。

【0093】図10は、請求項4の発明の簡略化された、さらなる実施例である。この光源装置は、前記図7のものにおけるチョークコイル(Lu)を、トランス(To)の2次側巻線(So)に換えたものである。

【0094】抵抗(Ro)を介してコンデンサ(Co)が充電される。適当なタイミングでゲート駆動回路(Go)によって、SCRサイリスタ等のスイッチ素子(Qo)を導通させることにより、トランス(To)の1次側巻線(Po)にはコンデンサ(Co)の充電電圧が印加されるから、トランス(To)の2次側巻線(So)には、トランス(To)の構造に応じた、昇圧された電圧が発生し、放電ランプ(Ld)の主たる放電のための電極(E1, E2)に印加するための、パルスの高い無負荷開放電圧を実現することができる。

【0095】スイッチ素子(Qo)と、スタータ(Ue)におけるスイッチ素子(Qe)の動作タイミングについては、前記したホットリスタートの条件における再始動不能時間が最も短くなるように調整することが望ましいが、実際には、同時に動作させればよい場合が多い。したがって、ゲート駆動回路(Go)への制御信号

は、スイッチ素子(Qe)のためのゲート駆動回路(Go)への制御信号と共通のものを使うことができる場合もあり、このとき、装置の構造が簡略化される利点がある。

【0096】このような場合は、前記抵抗(Ro)、コンデンサ(Co)、スイッチ素子(Qo)を省略して、スタータ(Ue)高電圧トランス(Te)の1次側巻線(Se)とトランス(To)の1次側巻線(Po)とを直列または並列に接続することにより、スタータ(Ue)のための駆動回路を、トランス(To)の駆動をも兼ねるようにすることも可能であり、さらなる簡略化を行なうことができる。

【0097】図10の光源装置は、図6のもの存在したダイオード(Du)が除かれているため、始動後の通常点灯時における、ダイオード(Du)の順方向電圧に起因する損失の発生が無く、図6のものに比して高効率化が達成される利点がある。

【0098】図11は、請求項4および6の発明の簡略化された実施例である。この図においては、スタータは、スタータトランス駆動回路部(Ua)と高電圧発生部(Ub)とから構成され、これらは、前記図4に記載のスタータ(Ue)を分割したもので、前記高電圧発生部(Ub)は、給電回路部(By)から分離して設置される。

【0099】前記図4に記載のスタータ(Ue)の出力端(F3)から放電ランプ(Ld)補助電極(Et)への配線が高電圧パルスを伝えるものであるのに対し、給電回路部(By)と、前記高電圧発生部(Ub)および放電ランプ(Ld)とを結ぶ接続線は遥かに低い電圧であるため、この接続線を延長することの悪影響、すなわちノイズの輻射や意図しない部分での絶縁破壊発生の可能性が増大する懸念は小さい。

【0100】ここで、スタータ(Ue)のグランド端(F2)は、スタータトランス駆動回路部(Ua)のグランド端(F2')と高電圧発生部(Ub)グランド端(F2'')に分けられており、また、高電圧トランス(Te)の1次側巻線(Se)への給電が、主たる放電のための電極(E1, E2)への電気経路(Kv, Kg)とは別の電気経路(Kp, Kp')により行なわれている。

【0101】このようにすることにより、前記高電圧トランス(Te)の前記1次側巻線(Se)の電流は、電気経路(Kp, Kp')のみを流れるために平衡回路となり、ノイズの輻射や誤動作が抑制される。このとき、電気経路(Kp, Kp')を撚り合わせる(ツイストすることにより、ノイズ輻射の抑制効果をさらに高めることができる。さらに、主たる放電のための電気経路(Kv, Kg)についても別に撚り合わせることで、主たる放電が開始したときに、例えば前記平滑コンデンサ(Cx)から前記放電ランプ(Ld)に流れ込む

突入電流に起因するノイズの輻射が抑制される。

【0102】なお、この実施例においては、前記したように、主たる放電のための電極(E1、E2)に無負荷開放電圧をパルス状に高めるためのトランス(To)の1次側巻線(Po)と、スタータ(Ue)の高電圧トランス(Te)の1次側巻線(Pe)とを直列に接続し、スタータトランス駆動回路部(Ua)から、両方のトランスを同時に駆動するようにして、回路構成の簡略化を図っている。

【0103】図12は、請求項6の発明の、簡略化された実施例である。この図においては、放電ランプ(Ld)と前記スタータの高電圧発生部(Ub)とが一体化され、ランプユニット(Ly)として構成される様子が示されている。ランプユニット(Ly)は、放電ランプからの発光を特定の方向に向けて出力するための反射鏡(Y1)、反射鏡(Y1)の前面を覆う光出力窓(Y2)、給電回路部(By)ランプユニット(Ly)とを電氣的に接続するためのコネクタ(Cn)もまた一体化されて構成される場合が示されている。

【0104】図13は、請求項5および6の発明の簡略化された実施例である。図11の実施例と同様に、前記高電圧発生部(Ub)は、給電回路部(By)から分離して設置される。前記したように、高電圧トランス(Te)の2次側巻線(Se)の他端が接続されない側の主たる放電のための電極(E2)に対して、誘電体バリア放電によって与えられる電荷を帯電させ、この高電圧の帯電によって、前記した主たる放電のための両極の電極(E1、E2)に高電圧の無負荷開放電圧を与えるようにするための、ダイオード(Dz)が、放電ランプ(Ld)の近傍に設けられている。

【0105】また、主たる放電のための電極(E2)の帯電電圧が高くなり過ぎた場合に、前記ダイオード(Dz)が破壊されることを防止するために、保護素子としてバリスタ(Pz)が主たる放電のための電極(E1、E2)に並列に挿入されている。

【0106】図14は、請求項1または2、3の発明の簡略化された、さらなる実施例である。この実施例の回路は、前記図5の回路に対して、FET等のスイッチ素子(Q1、Q2、Q3、Q4)を追加してフルブリッジインバータを構成することにより、放電ランプ(Ld')に交流的な放電電圧を印加することができるようにしたものである。

【0107】各スイッチ素子(Q1、Q2、Q3、Q4)は、各ゲート駆動回路(G1、G2、G3、G4)により駆動され、各ゲート駆動回路(G1、G2、G3、G4)は、フルブリッジインバータの対角要素のスイッチ素子(Q1、Q4)(Q2、Q3)が同時に導通するよう、フルブリッジインバータ制御回路(Hc)により制御される。

【0108】スタータ(Ue')は、前記図5のスター

タ(Ue)と同様であるが、2次側巻線(Si)の一端が、前記図5のスタータ(Ue)ではグラウンド端(F2)に接続されているものが、スタータ(Ue')では出力端(F3')として放電ランプ(Ld')の一方の電極(E1')への配線に直接に接続されている。

【0109】スタータ(Ue')の出力端(F3、F3')が発生する高電圧は、放電ランプ(Ld')の主たる放電のための一方の電極(E1')と補助電極(Et)との間に印加され、一方の電極(E1')と放電ランプ(Ld')の放電容器(11)の内面との間で、誘電体バリア放電により放電が発生して放電ランプを始動する。

【0110】放電ランプ(Ld')に並列にコンデンサ(Cv)が設けられ、また、これらに対して直列にコイル(Lv)が設けられているため、前記フルブリッジインバータの動作周波数を、前記コンデンサ(Cv)とコイル(Lv)が形成するLC共振回路の共振周波数に近い値に設定することにより、前記コンデンサ(Cv)、すなわち放電ランプ(Ld')には、共振現象により、高い交流電圧が発生して、主たる放電のための電極(E1'、E2')の間に、高い無負荷開放電圧を印加することができる。

【0111】なお、もしフルブリッジインバータのスイッチ素子(Q1、Q2、Q3、Q4)の導通状態の切り替わりと、スタータ(Ue)の高電圧発生タイミングが、放電ランプの放電始動の観点からのタイミング上の不都合が生じる可能性がある場合は、スイッチ素子(Q1、Q2、Q3、Q4)の導通状態の切り替わりと、スタータ(Ue)の高電圧発生タイミングが、適正なものとなるように同期させる、あるいは放電ランプの放電始動が完了するまでフルブリッジインバータの動作を停止させることにより、前記放電ランプの放電始動の観点からのタイミング上の不都合を回避することができる。

【0112】なお、本発明の実施例においては、スタータとして、例えば前記図4や図5などのスタータ(Ue)のように、主として高電圧パルスを発生するものを用いる場合について記載したが、図15に示すような、DCスタータと呼ばれる、比較的ゆっくりと電圧が上昇する高電圧を発生させるスタータ(Uf)を用いることもできる。

【0113】スタータ(Uf)の入力端(F1)およびグラウンド端(F2)は、前記図4や図5などの実施例におけるスタータ(Ue)の入力端(F1)およびグラウンド端(F2)と同様に、給電回路(Br)の出力端(T1'、T2')や給電回路(Bx)の出力端(T1、T2)に接続され必要な電圧が、スタータ(Uf)にも供給される。

【0114】この電圧を受けて、スタータ(Uf)では、抵抗(Rf)を介してコンデンサ(Cf1)の充電が開始される。サイダック等のスイッチ素子(Qf)

10

20

30

40

50

は、コンデンサ(Cf1)の電圧が所定のスレショルド電圧まで充電されると自ら導通し、高電圧トランス(Tf)の1次側巻線(Pe)にその電圧を印加し、2次側巻線(Se)に接続されたダイオード(Df)を介して、2次側のコンデンサ(Cf2)を充電する。1次側のコンデンサ(Cf1)の放電が進んで、電流が所定値以下になると、スイッチ素子(Qf)は自ら非導通に転じることにより、再びコンデンサ(Cf1)の充電が開始される。コンデンサ(Cf1)の充放電の度毎に、2次側のコンデンサ(Cf2)の充電が累積されて、その電圧が上昇して行く。

【0115】コンデンサ(Cf2)の一端は放電ランプ(Ld)一方の電極(E1)に接続され、コンデンサ(Cf2)の他端は放電ランプ(Ld)の放電容器(11)の外部に設けた補助電極(Et)に接続され、コンデンサ(Cf2)の電圧が、その時点での放電開始電圧に達すると、放電ランプ(Ld)一方の電極(E1)と放電ランプ(Ld)の放電容器(11)の内面との間で、誘電体バリア放電により放電が発生する。

【0116】この放電が発生して、放電ランプが始動し、アーク放電への移行が成功したならば、放電ランプ(Ld)の電圧が、したがってスタータ(Uf)への供給電圧が低下するため、コンデンサ(Cf1)の充電電圧が低下して、スイッチ素子(Qf)は動作しないようになる。

【0117】なお、本発明の実施例においては、スタータとして、例えば前記図4や図5などのスタータ(Ue)のように、主として昇圧トランスを1個もつ、1段昇圧方式と呼ばれるものを用いる場合について記載したが、図16に示すような2段昇圧方式と呼ばれるスタータ(Uk)など、昇圧トランスを2個もつものや、さらに他の方式の、高電圧を発生する任意の手段を応用することができる。

【0118】図17は、本発明の放電ランプ部分に関する簡略化された実施例である。この実施例においては、放電ランプ(Ld)の陰極側の外部リード棒(21A)は、スタータ(Ue)のグランド端(F2)と給電回路(Bx)のグランド端(T2)とに接続され、陽極側の外部リード棒(21B)は、給電回路(Bx)のプラスの出力端(T1)に接続される。

【0119】一方、補助電極(Et)は、陰極側の封止部(13A)の放電空間包囲部(17)に近い部分に巻かれた導体ワイヤ(Et1)と陽極側の封止部(13B)の放電空間包囲部(17)に近い部分に巻かれた導体ワイヤ(Et2)とからなり、前記導体ワイヤ(Et1)と前記導体ワイヤ(Et2)とは、導体ワイヤ(W1)によって結ばれて電氣的に一体となり、さらに導体ワイヤ(We)を介して前記スタータ(Ue)の前記出力端(F3)に接続される。

【0120】このような構造の利点は、前記導体ワイヤ

(Et1)と前記導体ワイヤ(Et2)の周囲長は、放電空間包囲部(17)の外形の膨らみの部分の周囲長よりも短いため、前記導体ワイヤ(Et1)または前記導体ワイヤ(Et2)が、放電空間包囲部(17)の外形の膨らみの部分に向かって互いに近づく方向に移動してしまうことがなく、また、前記導体ワイヤ(Et1)と前記導体ワイヤ(Et2)とは、前記導体ワイヤ(W1)によって結ばれているため、互いに遠ざかる方向に移動してしまうこともないことである。したがって、前記導体ワイヤ(Et1)および前記導体ワイヤ(Et2)は、放電ランプの点灯や消灯の熱サイクルによる各部の熱膨張や収縮の繰り返しや振動があっても、常に所期の位置に安定に設置された状態を維持できる。

【0121】このような構造が補助電極(Et)として良好に機能する理由は、前記導体ワイヤ(Et1)と前記導体ワイヤ(Et2)とは、前記放電空間包囲部(17)に近い前記封止部(13A、13B)に巻かれており、そのため、前記放電空間包囲部(17)の前記封止部(13A、13B)の部分のガラスは前記スタータ(Ue)の高電圧によって強く分極し、前記放電空間包囲部(17)の前記封止部(13A、13B)の部分において前記陰極導体と前記陽極導体が貫通している、すなわち接している、もしくは距離が非常に短いため、前記放電空間包囲部(17)の陰極側の前記封止部(13A)の部分と前記陰極導体の間、および前記放電空間包囲部(17)の陽極側の前記封止部(13B)の部分と、前記陽極導体の間において、強い誘電体バリア放電が発生するからである。

【0122】したがって、前記導体ワイヤ(Et1)と前記導体ワイヤ(Et2)とを結ぶ前記導体ワイヤ(W1)は、前記放電空間包囲部(17)に接してもよく、あるいは接しなくてもよい。なお、前記導体ワイヤ(Et1)と前記導体ワイヤ(Et2)のそれぞれの巻数は、1巻きでもよく、あるいは2巻き以上でもよい。

【0123】図17においては、前記導体ワイヤ(Et1)に加えて、陰極側の封止部(13A)を囲むように設置された導体ワイヤ(Et3)が巻かれ、前記導体ワイヤ(Et1)と前記導体ワイヤ(Et3)とが、全体としてコイル(Cet)を形成しているように描かれている。

【0124】スタータ(Ue)の出力端(F3)とグランド端(F2)とは、高電圧トランス(Te)の2次側巻線(Se)の両端に接続されているから、スタータ(Ue)が動作していない期間、とりわけ放電ランプ始動が完了した後の、点灯中においては、スタータ(Ue)の出力端(F3)とグランド端(F2)の間には電圧は発生しない。

【0125】前記したように、陰極側の外部リード棒(21A)は、スタータ(Ue)のグランド端(F2)に接続されるため、点灯中においては、陰極側の外部リ

ード棒(21A)から給電回路(Bx)のグラウンド端(T2)に至る配線中の、スタータ(Ue)のグラウンド端(F2)との接続点(Fz)と、陰極側の封止部(13A)を囲むように設置されたコイル(CEt)とは同電位状態が維持される。

【0126】ところで、放電ランプ(Ld)の点灯状態においては、陰極(14)先端から陰極側の外部リード棒(21A)を経由して接続点(Fz)に至る経路に放電ランプ(Ld)の主たる放電電流が流れるため、その経路の抵抗値と流れる電流値の積に比例した電圧降下が発生し、陰極(14)先端に近づくほど電位が高くなる。

【0127】前記したように、接続点(Fz)とコイル(CEt)とは同電位であるため、陰極、とりわけその封止部(13A)付近の部分は、その周りを囲むコイル(CEt)より電位が高くなる。

【0128】このため、特公平4-40828に記載されているように、点灯状態において高温になった放電ランプの放電容器(11)について、その封止部(13)付近の部分において、放電容器(11)の材料に含まれる不純物金属陽イオンは、陰極を構成する電極材料から離れる方向に駆動されることになり、前記電極材料表面に不純物金属陽イオンが蓄積することによる、放電容器封止部の石英等のガラス材料と前記電極材料との剥がれ現象が防止されるため、放電ランプを前記図17に記載の構造を有するように構成することにより、前記剥がれ現象に起因する、放電ランプの破損の問題を未然に防止する効果を享受することができる。

【0129】なお、前記補助電極および前記コイルを構成する導体ワイヤ(Et1, Et2, Et3, W1, We)からなる部分全体については、例えば、接続用導体ワイヤ(We)、陰極側の封止部(13A)側の導体ワイヤ(Et1)、接続用導体ワイヤ(W1)、コイル(CEt)の順に、ランプに巻いてゆくことにより、途中でワイヤを継ぐことなく、全て1本の導体ワイヤから構成することができる。ここで、導体ワイヤ材料としては、放電ランプ点灯中の放電容器(11)や封止部(13A, 13B)が高温になるため、タンクステン等の耐熱性の高い材料を使用すべきである。

【0130】図15に記載したような、スタータ(Uf)の出力端(F3)とグラウンド端(F2)が高電圧トランス(Tf)の2次側巻線(Sf)の両端に直接接続されておらずに、ダイオード(Df)や抵抗等の素子が直列に挿入されている場合であっても、出力端(F3)とグラウンド端(F2)の間には電流が全く流れないか微小電流しか流れないため、前記ダイオード(Df)が挿入されている場合でも、その電圧降下(順方向または逆方向に電流が流れた場合の電圧)はほとんど発生せず、また前記抵抗が挿入されている場合でも、その電圧降下はほとんど発生しないため、前記した、陰極、とりわけそ

の封止部(13A)付近の部分が、その周りを囲むコイル(CEt)より電位が高くなる効果は有効に発揮される。

【0131】

【発明の効果】請求項1または2、3に記載の発明によれば、ホットリスタートの条件においても再始動性が改善されたとともに、意図しない部分での絶縁破壊の危険性が抑制され、しかもスタータの大型化、重量化を避けた光源装置を実現することができる。

【0132】請求項4に記載の発明によれば、請求項1または2、3に記載の発明の効果に加えて、意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性を抑えることができる。請求項5に記載の発明によれば、請求項4に記載の発明が、極めて簡単な構成により実現することができる。請求項6に記載の発明によれば、請求項1または2、3に記載の発明の効果に加えて、スタータの高電圧トランスの絶縁性能の劣化に起因する絶縁破壊の危険性を未然に防止することができる。高電圧パルスが発生するスタータの場合には、スタータのパルス高電圧のなまりに起因する電極間の電圧の高まりが減殺される悪影響や、ノイズを輻射する問題をさらに抑えることができる。また、意図しない部分での絶縁破壊が発生する可能性をさらに抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】無負荷開放電圧と再始動不能時間を、異なるスタータ電圧について測定した実験結果である。

【図2】図1および図2の測定のための実験回路の構成である。

【図3】放電容器と両極の電極との間で生ずる誘電体バリア放電について説明する図である。

【図4】反転チョッパを用いた、請求項1または2、3の発明の光源装置の実施例である。

【図5】降圧チョッパを用いた、請求項1または2、3の発明の実施例である。

【図6】降圧チョッパと昇圧チョッパを用いた請求項1または2、3の発明の光源装置の実施例である。

【図7】請求項4の発明の光源装置の実施例である。

【図8】図7のバルス発生回路の制御回路の実施例である。

【図9】図7、8の本発明の光源装置の各部波形の一例を示す図である。

【図10】請求項4の発明の光源装置の実施例である。

【図11】請求項6の発明の光源装置の実施例である。

【図12】請求項6の発明の光源装置のランプユニットの実施例である。

【図13】請求項5と6の発明の光源装置の実施例である。

【図14】交流点灯方式の請求項1または2、3の発明の光源装置の実施例である。

【図15】本発明に利用可能なDCスタータの一例であ

る。

【図16】本発明に利用可能な2段昇圧スタータの一例である。

【図17】本発明の放電ランプの実施例で、(a)は外觀、(b)は断面の一部を示すものである。

【図18】放電ランプの始動時のランプ電圧波形の模式図である。

【図19】従来の光源装置の構成図である。

【符号の説明】

11 放電容器
12 放電空間
13 封止部
13A 封止部
13B 封止部
14 陰極
17 放電空間包囲部
21A 外部リード棒
21B 外部リード棒
Aa アーク放電領域
Ag 時間領域
Ak 放電ギャップ
Br 給電回路
Bx 給電回路
By 給電回路部
CEt コイル
Ca コンデンサ
Ce コンデンサ
Cf1 コンデンサ
Cf2 コンデンサ
Ci コンデンサ
Cj コンデンサ
Ck コンデンサ
Cm1 コンデンサ
Cm2 コンデンサ
Cn コネクタ
Co コンデンサ
Cr 平滑コンデンサ
Cu 平滑コンデンサ
Cv コンデンサ
Cx 平滑コンデンサ
Df ダイオード
Dj ダイオード
Dp1 放電路
Dp2 放電路
Dr ダイオード
Du ダイオード
Dz ダイオード
E1 電極
E1' 電極
E2 電極

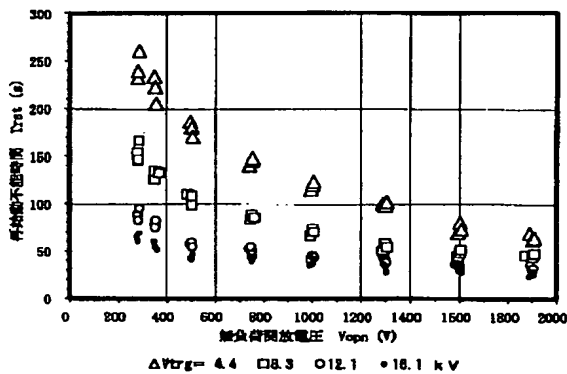
E2' 電極
Et 補助電極
Et1 導体ワイヤ
Et2 導体ワイヤ
Et3 導体ワイヤ
F1 入力端
F2 グランド端
F2' グランド端
F2'' グランド端
10 F3 出力端
F3' 出力端
Fm1 モノステーブルマルチバイブレータ
Fm2 モノステーブルマルチバイブレータ
Fz 接点
G1 ゲート駆動回路
G2 ゲート駆動回路
G3 ゲート駆動回路
G4 ゲート駆動回路
Ge ゲート駆動回路
20 Gi ゲート駆動回路
Go ゲート駆動回路
Gr ゲート駆動回路
Gu ゲート駆動回路
Gx ゲート駆動回路
Hc フルブリッジインバータ制御回路
K1 給電線
K2 給電線
Kg 電気経路
Kp 電気経路
30 Kp' 電気経路
Kv 電気経路
Ld 放電ランプ
Ld' 放電ランプ
Li 放電ランプ
Lr チョークコイル
Lu チョークコイル
Lv コイル
Lx チョークコイル
Ly ランプユニット
40 Mx DC電源
Ni 給電装置
Pe 1次側巻線
Pf 1次側巻線
Pi 1次側巻線
Pj 1次側巻線
Pk 1次側巻線
Po 1次側巻線
Pz バリスタ
Q1 スイッチ素子
50 Q2 スイッチ素子

	27
Q3	スイッチ素子
Q4	スイッチ素子
Qe	スイッチ素子
Qf	スイッチ素子
Qi	スイッチ素子
Qj	スイッチ素子
Qm1	トランジスタ
Qm2	トランジスタ
Qo	スイッチ素子
Qr	スイッチ素子
Qu	スイッチ素子
Qx	スイッチ素子
Ra	抵抗
Re	抵抗
Rf	抵抗
Ri	抵抗
Rj	抵抗
Rm1	抵抗
Rm2	抵抗
Rm3	抵抗
Rm4	抵抗
Ro	抵抗
Se	2次側巻線
Sf	2次側巻線
Sg1	信号
Sg2	信号
Si	2次側巻線
Sj	2次側巻線
Sk	2次側巻線
Sm0	開始信号
Sm1	パルス信号
Sm2	パルス信号

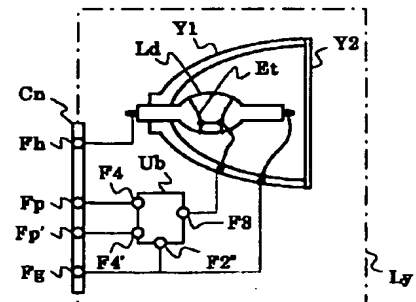
	28
* So	2次側巻線
T1	出力端
T1'	出力端
T2	グランド端
T2'	出力端
Te	高電圧トランス
Tf	高電圧トランス
Ti	高電圧トランス
Tj	トランス
10 Tk	高電圧トランス
To	トランス
Trst	再始動不能時間
Ua	スタータトランス駆動回路部
Ub	高電圧発生部
Ue	スタータ
Ue'	スタータ
Uf	スタータ
Ui	スタータ
Uk	スタータ
20 VL	ランプ電圧
Va	可変電圧源
Vg	グロー放電電圧
Vopn	無負荷開放電圧
Vp	可変電圧源
Vs	電圧
Vtrg	ピーク電圧
W1	導体ワイヤ
We	導体ワイヤ
Y1	反射鏡
30 Y2	光出力窓
$\tau 1$	時間幅

*

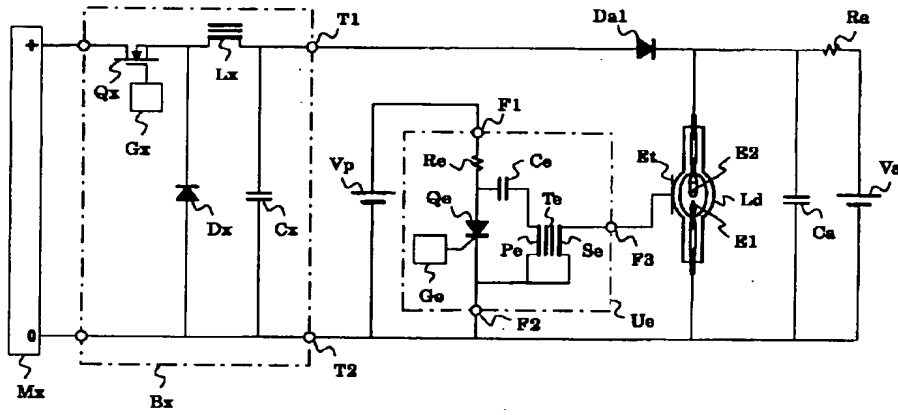
【図1】



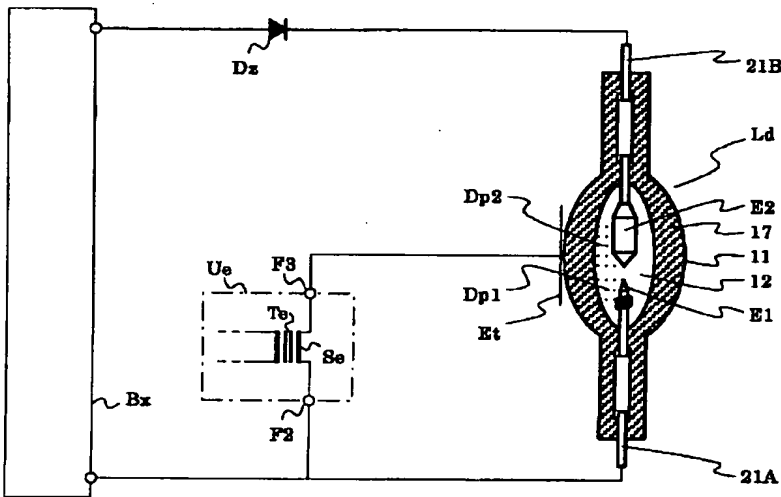
【図12】



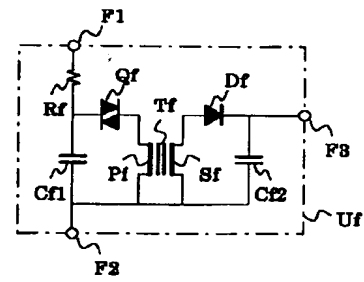
【図2】



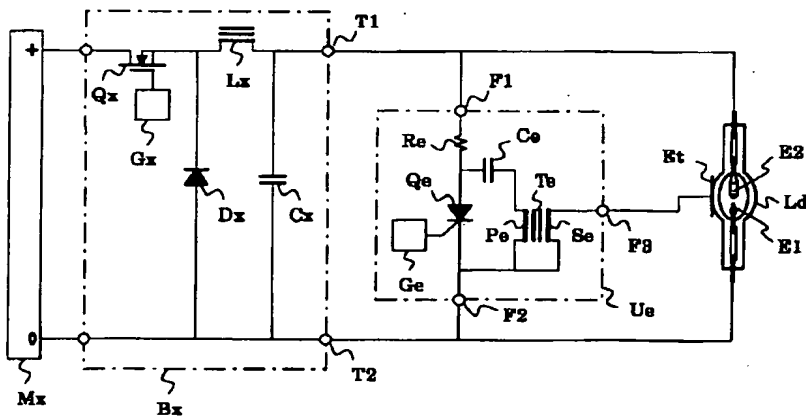
【図3】



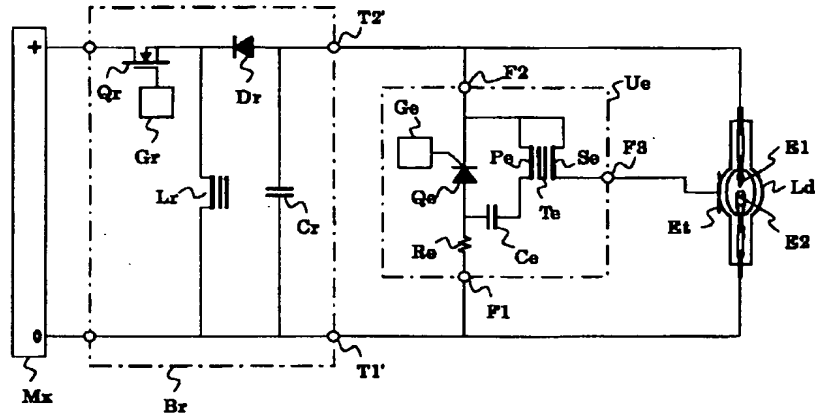
【図15】



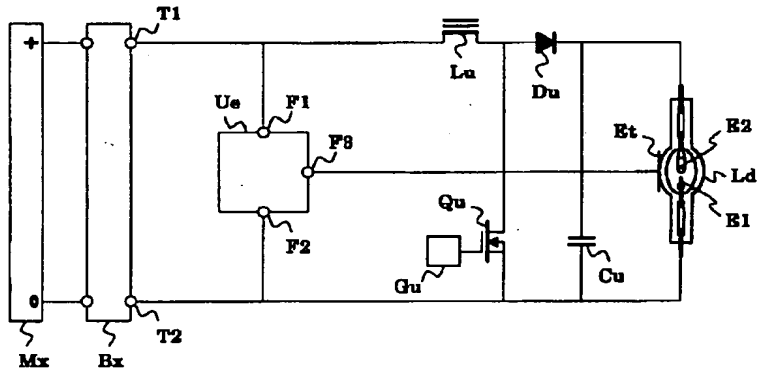
【図5】



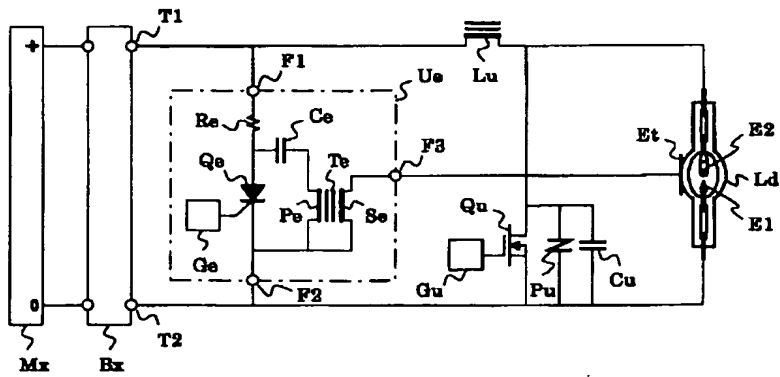
【図4】



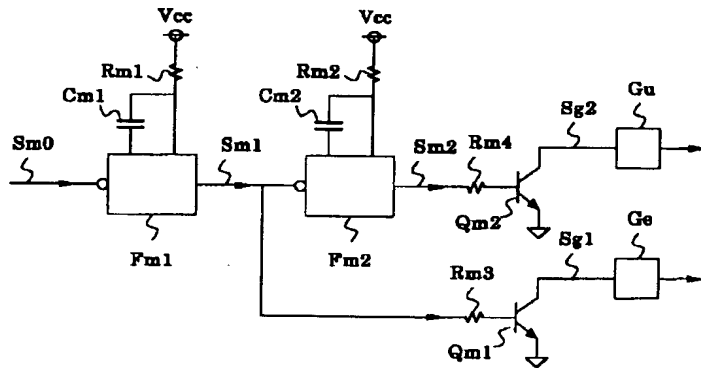
【図6】



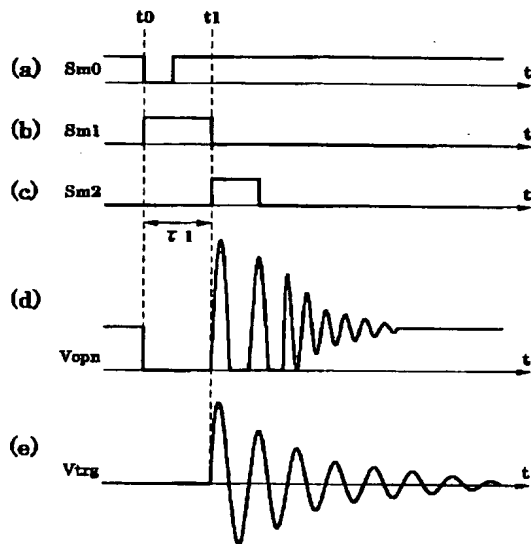
【図7】



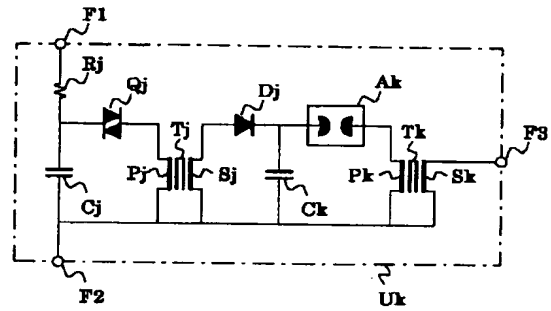
【図8】



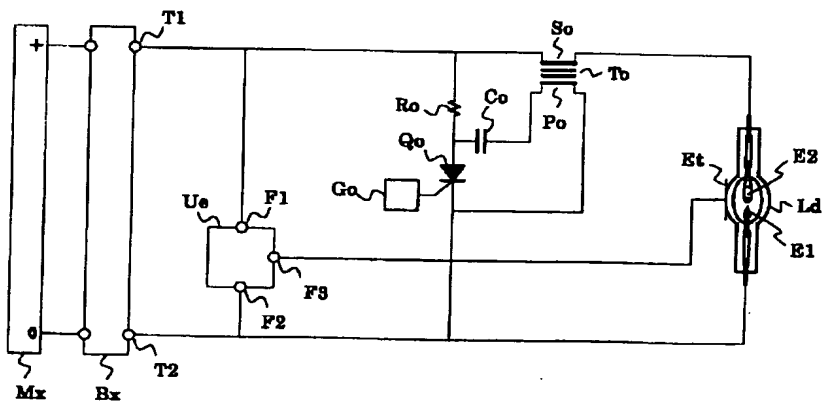
【図9】



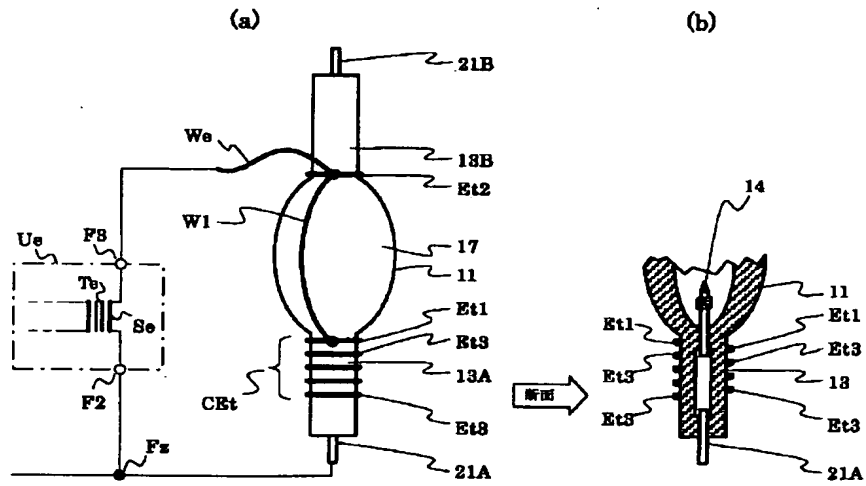
【図16】



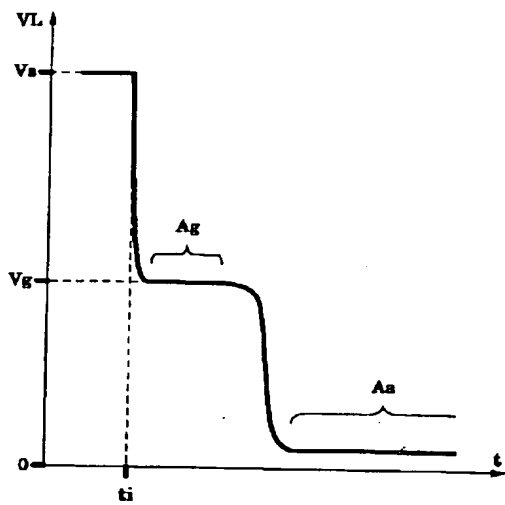
【図10】



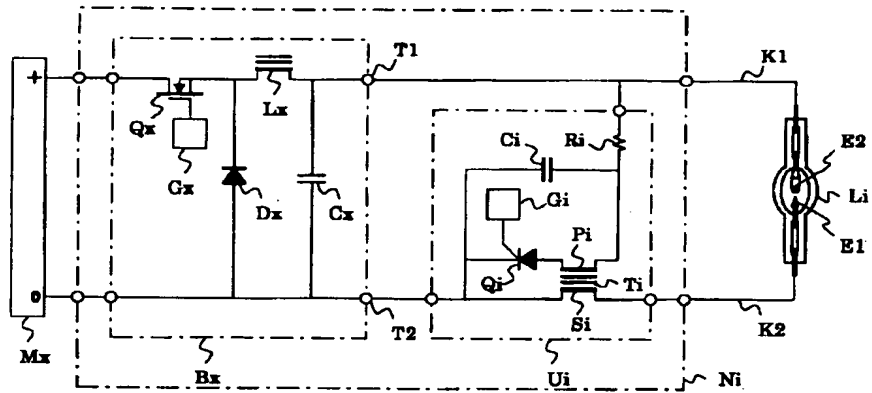
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 高史
兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシオ
電機株式会社内

F ターム(参考) 3K083 AA04 AA05 AA06 AA07 AA28
AA46 AA51 AA66 AA77 AA91
BA02 BC15 BC16 BC19 BC33
BC47 BE10 CA09 CA32 EA08
EA09
5C039 BA06